

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-296637

(43)Date of publication of application : 21.10.2004

H01S 5/323

(71)Applicant : SHARP CORP

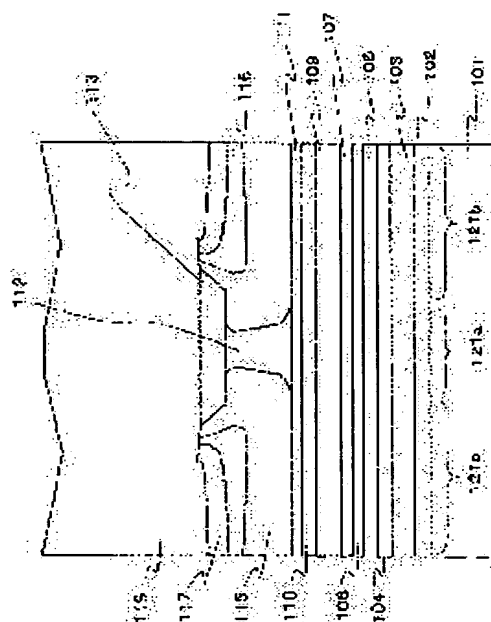
(72)Inventor : HIRUKAWA SHUICHI
KASAI SHUSUKE
KISHIMOTO KATSUHIKO

(54) SEMICONDUCTOR LASER AND OPTICAL DISK DRIVE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser exhibiting high reliability and long lifetime under high output driving state, and to provide an optical disc drive employing it.

SOLUTION: In the semiconductor laser having an oscillation wavelength of 760–800 nm, n-type first and second lower clad layers 103 and 104, a lower guide layer 105, an InGaAsP strained multiple quantum well active layer 107, an upper guide layer 109, and a p-type upper clad layer 110 are formed sequentially on an n-type GaAs substrate 101. Since the lower guide layer 105 is composed of InGaP, leakage of carriers from the active region is reduced and since the upper guide layer 109 is composed of AlGaAs, overflow of carriers (especially, electrons) can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998.2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号.

特開2004-296637

(P2004-296637A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004. 10. 21)

(51) Int. Cl.⁷

H01S 5/323

F I

H01S 5/323

テーマコード (参考)

5F073

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-85139 (P2003-85139)
 (22) 出願日 平成15年3月26日 (2003. 3. 26)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 100062144
 弁理士 青山 保
 (74) 代理人 100086405
 弁理士 河宮 治
 (74) 代理人 100084146
 弁理士 山崎 宏
 (72) 発明者 蛭川 秀一
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 河西 秀典
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

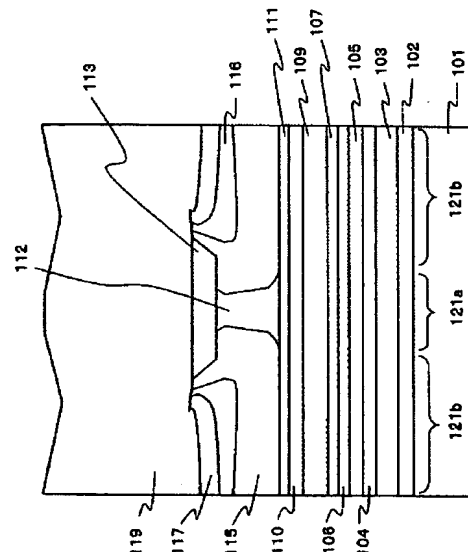
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置および光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置であって、n型のGaAs基板101上に、n型の第1、第2下クラッド層103、104、下ガイド層105、InGaAsP多重歪量子井戸活性層107、上ガイド層109、p型の上クラッド層110を順次積層する。下ガイド層105がInGaPからなることにより、活性領域からのキャリアの漏れを低減すると共に、上ガイド層109がAlGaAsからなることにより、キャリア（特に電子）のオーバーフローを抑制する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記下ガイド層がInGaPからなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層がAlGaAsからなることを特徴とする半導体レーザ装置。

10

【請求項 3】

請求項1または2に記載の半導体レーザ装置において、
上記下ガイド層の厚さが30Å以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置において、
上記下ガイド層は、上記GaAs基板に格子整合する組成もしくは上記GaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 5】

請求項1乃至4のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

20

【請求項 6】

請求項1乃至5のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置において、
上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 7】

請求項6に記載の半導体レーザ装置において、
上記光形状安定化下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

30

【請求項 8】

p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層がInGaPからなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 9】

請求項8に記載の半導体レーザ装置において、
上記下ガイド層がAlGaAsからなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 10】

請求項8または9に記載の半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層の厚さが30Å以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

40

【請求項 11】

請求項8乃至10のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層は、上記GaAs基板に格子整合する組成もしくは上記GaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 12】

請求項8乃至11のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置において、
上記下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

50

【請求項 13】

請求項 8 乃至 12 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、
上記上ガイド層と上記上クラッド層との間に、AlGaAs からなる光形状安定化上ガイド層が設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の半導体レーザ装置において、
上記光形状安定化上ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、
上記井戸層が圧縮歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

10

【請求項 16】

請求項 15 に記載の半導体レーザ装置において、
上記圧縮歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、
上記障壁層が引張歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の半導体レーザ装置において、
上記引張歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置を用いていることを特徴とする光ディスク装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザ装置および光ディスク装置に関するものであり、特に高出力・高信頼性を実現できる半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

30

半導体レーザ装置は光通信装置や光記録装置などに用いられるが、近年、その高速化・大容量化といったニーズが高まってきており、それに応えるために半導体レーザ装置の様々な特性を向上させるための研究開発が進められている。

【0003】

その中で、従来 CD や CD-R/RW といった光ディスク装置に用いられる 780 nm 帯の半導体レーザ装置は、通常 AlGaAs 系の材料により作製されている。CD-R/RW においても高速書き込みに対する要求は益々高まってきているため、これに対応するために半導体レーザ装置の高出力化が要求されている。

【0004】

従来の AlGaAs 系半導体レーザ装置としては、図 10 に示すものがある（例えば、特許文献 1 参照）。この AlGaAs 系半導体レーザ装置の構造を簡単に説明する。図 10 に示すように、n-GaAs 基板 501 上に、n-GaAs バッファ層 502、n-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 下クラッド層 503、Al_{0.35}Ga_{0.65}As 下ガイド層 504、Al_{0.12}Ga_{0.88}As 井戸層（層厚 80 Å、2 層）と Al_{0.35}Ga_{0.65}As 障壁層（層厚 50 Å、3 層）を交互に配置してなる多重量子井戸活性層 505、Al_{0.35}Ga_{0.65}As 上ガイド層 506、p-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 第 1 上クラッド層 507、p-GaAs エッチストップ層 508 が順次積層されており、さらに上記エッチストップ層 508 上に、メサストライプ状の p-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 第 2 上クラッド層 509、その上部に庇状の p-GaAs キャップ層 510 が形成されている。また、上記第 2 上クラッド層 509 両側には、n-Al_{0.5}Ga_{0.5}As 第 1 50

電流ブロック層511およびn-GaAs第2電流ブロック層512が積層されて、上記メサストライプ以外の領域が電流狭窄部となっている。また、上記第2電流ブロック層513上にp-GaAs平坦化層513が設けられ、更に全面にp-GaAsコンタクト層514が積層されている。

【0005】
この半導体レーザ装置のしきい値電流はおよそ35mAであり、COD（光学損傷：Catastrophic Optical Damage）レベルがおよそ160mW程度となっている。

【0006】

10

【特許文献1】

特開平11-274644号公報（段落0053、図1）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記AlGaAs系の材料を用いた半導体レーザ装置では、活性なAlの影響により、高出力駆動時にレーザ光出射端面においてCOD（光学損傷）による端面破壊が起こりやすく、最高光出力も160mW程度でしかなかった。このCODによる端面破壊は、以下のようなメカニズムによって生じていると考えられている。共振器端面においては、Alが容易に酸化されるためにそれにより表面準位が形成される。活性層に注入されたキャリアはこの準位を介して緩和し、そのときに熱を放出するため、局所的に温度が上昇する。この温度上昇によって端面近傍の活性層のバンドギャップが縮小する。その結果、レーザ光の端面近傍における吸収が増大し、表面準位を介して緩和するキャリア数が増大するため更に発熱する。このような正帰還を繰り返すことにより最終的に端面が溶融して発振停止に至るわけである。従来の半導体レーザ装置では、活性領域にAlが含まれているため、上記原理に基づく端面破壊が大きな問題となる。

20

【0008】

そこで、本発明者は、活性領域にAlを含まない（Alフリー）材料であるInGaAsP系による高出力半導体レーザ装置の研究を進めたところ、250mW近くまでの最高光出力をもつ半導体レーザ装置を実現したもの、十分な信頼性・温度特性は得られなかった。この半導体レーザ装置を調べたところ、活性領域に注入されるキャリアが、高温雰囲気下や高出力駆動時に、従来に比べ活性領域外へ漏れやすくなっている可能性があることがわかった。

30

【0009】

そこで、この発明の目的は、高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびその半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置を提供しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、第1の発明に係る半導体レーザ装置は、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記下ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、GaAs基板上の高出力半導体レーザ装置（特にCD-R/RW用780nm帯高出力半導体レーザ装置）の高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

40

【0011】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にAlGaAsを隣接させないことで信頼性を確保しながら、

50

キャリア（特に電子）のオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド（伝導帯）下端のエネルギー準位（Ec）により十分に抑制できるので、信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。また、上記上ガイド層を構成するAlGaAsのAl混晶比が0.2より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

【0012】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層の厚さが30Å以上であることにより、ホール漏れをより低減できることで、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記下ガイド層は、GaAs基板に格子整合する組成もしくはGaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。

10

【0013】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることで、より安定した形状の光分布が得られるため、上記と同様の効果が得られる。また、上記光形状安定化下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることから、より好適に上記効果が得られる。

【0014】

第2の発明に係る半導体レーザ装置は、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置において、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記上ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を得ることができる。

20

【0015】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にAlGaAsを隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア（特に電子）のオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド（伝導帯）下端のエネルギー準位（Ec）により十分に抑制できるので、信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

30

【0016】

また、上記下ガイド層を構成するAlGaAsのAl混晶比が0.2より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

【0017】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層の厚さが30Å以上であることにより、ホール漏れをより低減できることで、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記上ガイド層は、GaAs基板に格子整合する組成もしくはGaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。

【0018】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層と上記上クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化上ガイド層が設けられていることで、より安定した形状の光分布が得られるため、上記と同様の効果が得られる。また、上記光形状安定化上ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることから、より好適に上記効果が得られる。

40

【0019】

上記第1、第2の発明における一実施形態の半導体レーザ装置は、GaAs基板上のInGaAsPからなる圧縮歪を有する量子井戸活性層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に780nm帯において高い信頼性を有し、長寿命の高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0020】

50

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記圧縮歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0021】

一実施形態の半導体レーザ装置は、InGaAsPからなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているため、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0022】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記引張歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0023】

第3の発明に係る光ディスク装置は、本発明に記載の半導体レーザ装置を用いており、光ディスク装置に対して、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置であるため、ディスクの回転数を従来よりも高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供できる効果がある。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0025】

(第1実施形態)

図1は、この発明の第1実施形態の半導体レーザ装置の構造を示したものである。この半導体レーザ装置は、図1に示すように、n-GaAs基板101上に、n-GaAsバッファ層102、n-Al_{0.44}Ga_{0.55}As第1下クラッド層103、n-Al_{0.54}Ga_{0.45}As第2下クラッド層104、Al_{0.42}Ga_{0.57}As光形状安定化下ガイド層105、In_{0.49}Ga_{0.51}P下ガイド層106、多重歪量子井戸活性層107、Al_{0.42}Ga_{0.57}As上ガイド層109、p-Al_{0.48}Ga_{0.51}As第1上クラッド層110およびp-GaAsエッチングストップ層111を順次積層している。このエッチングストップ層111上に、メサストライプ形状のp-Al_{0.48}Ga_{0.51}As第2上クラッド層112およびGaAsキャップ層113を設けると共に、上記メサストライプ形状のp-Al_{0.48}Ga_{0.51}As第2上クラッド層112およびGaAsキャップ層113の両側を、n-Al_{0.7}Ga_{0.3}As第1電流ブロック層115、n-GaAs第2電流ブロック層116およびp-GaAs平坦化層117からなる光・電流狭窄領域で埋め込み、さらに、全面にp-GaAsキャップ層119を設けている。この半導体レーザ装置は、メサストライプ部121aと、そのメサストライプ部121aの両側方のメサストライプ部側方部121bとを有する。

【0026】

次に図2～図4を参照しながら、上記半導体レーザ構造の作製方法を説明する。図2に示すように、(100)面を持つn-GaAs基板101上に、n-GaAsバッファ層102(層厚0.5μm)、n-Al_{0.44}Ga_{0.55}As第1下クラッド層103(層厚3.0μm)、n-Al_{0.54}Ga_{0.45}As第2下クラッド層104(層厚0.3μm)、Al_{0.42}Ga_{0.57}As光形状安定化下ガイド層105(層厚1830Å)、In_{0.49}Ga_{0.51}P下ガイド層106(層厚100Å)、In_{0.26}Ga_{0.73}As_{0.59}P_{0.40}圧縮歪量子井戸層(歪0.4865%、層厚50Å、3層)とIn_{0.11}Ga_{0.88}As_{0.40}P_{0.59}障壁層(歪-1.31%、基板側から層厚70Å・50Å・50Å・70Åの4層)を交互に配置してなる多重歪量子井戸活性層107、Al_{0.42}Ga_{0.57}As上ガイド層109、p-Al_{0.48}Ga_{0.51}As第1上クラッド層110およびp-GaAsエッチングストップ層111を順次積層している。

4.2.9 Ga_{0.571}As 上ガイド層 109 (層厚 1830 Å)、p-Al_{0.4885}Ga_{0.5115}As 第1上クラッド層 110 (層厚 0.16 μm)、p-GaAs エッチングストップ層 111 (層厚 30 Å)、p-Al_{0.4885}Ga_{0.5115}As 第2上クラッド層 112 (層厚 1.28 μm)、GaAs キャップ層 113 (層厚 0.75 μm) を順次有機金属化学気相成長法にて結晶成長させる。

【0027】

さらに図2において、メサストライプ部を形成する部分に、レジストマスク 114 (マスク幅 5.5 μm) をストライプ方向が (011) 方向を持つように写真工程により作製する。

【0028】

次に、図3に示すように、上記レジストマスク 114 (図2に示す) 以外の部分をエッチングし、メサストライプ部 121a を形成する。このエッチングは、硫酸と過酸化水素水の混合水溶液およびフッ酸を用いて二段階で行い、エッチングストップ層 111 直上まで行う。GaAs はフッ酸によるエッチングレートが非常に遅いということを利用し、エッチング面の平坦化およびメサストライプの幅制御を可能にしている。また、エッチングの深さは 1.95 μm、メサストライプの最下部の幅は約 2.5 μm である。エッチング後、上記レジストマスク 114 を除去する。

【0029】

続いて、図4に示すように、n-Al_{0.7}Ga_{0.3}As 第1電流ブロック層 115 (層厚 1.0 μm)、n-GaAs 第2電流ブロック層 116 (層厚 0.3 μm)、p-GaAs 平坦化層 117 (層厚 0.65 μm) を順次有機金属結晶成長させ、光・電流狭窄領域を形成する。

【0030】

その後、図4に示すように、写真工程により、上記メサストライプ部両側 121b 上にのみレジストマスク 118 を形成する。続いて、上記メサストライプ部 121a 上のブロック層をエッチングにより除去する。このエッチングには、アンモニアと過酸化水素水の混合水溶液および硫酸と過酸化水素水の混合水溶液を用いて、二段階でエッチングを行う。

【0031】

その後、上記レジストマスク 118 を除去し、図1に示す p-GaAs キャップ層 119 (層厚 2.0 μm) を積層する。このようにして、図1に示す構造の半導体レーザ装置を作製することができる。

【0032】

本第1実施形態において、発振波長は 780 nm であり、図6に示すように、70℃、230 mW パルスの信頼性試験において 5000 時間以上の安定な動作を確認した。これまで本発明者は、GaAs 基板上にて InGaAsP 系の量子井戸活性層を用いた半導体レーザ装置の研究を進めており、今回、AlGaAs 系に比べ COD レベルの高い半導体レーザ装置を作製することができた。そして更に高出力駆動時の半導体レーザ装置の温度特性を向上すべく、InGaP からなる下ガイド層を設けることで、特性温度 T_0 が 210 K に向上した。詳しくは、本第1実施形態のように、層厚 100 Å の下ガイド層 106 を設けることで、活性領域からキャリア (特にホール) の漏れを低減することにより、特性の向上につながったと考えられる。

【0033】

図5に本第1実施形態の半導体レーザ装置のエネルギーバンドプロファイルを模式的に示す。GaAs 基板上の InGaAsP 系の 780 nm 帯量子井戸活性層では、障壁層のバレンスバンド (価電子帯) 上端のエネルギー準位 (E_v) が AlGaAs からなるガイド層の E_v よりも低い位置にある。すなわち、下ガイド層が AlGaAs からなるとすると、下ガイド層-障壁層の界面ではホールにとってトンネルにより活性領域から漏れやすい構造であり、これが特性の更なる向上に対して悪影響を与えていると考えられる。そのため、ホールの漏れを低減するために、下ガイド層を InGaP として E_v を障壁層よりも下げてホールがトンネルしにくくすることで、上記効果が得られる。この厚さは 30 Å 以下

10

20

30

40

50

り薄いとキャリアがトンネルして漏れ出てしまいやすくなる可能性があるので、30 Å以上であればより好適に上記効果が得られる。なお、図6において I_{op} とは、70℃における半導体レーザ装置の出力が230 mWのときの電流値である。

【0034】

また、本第1実施形態において、下ガイド層のInGaPの組成が、GaAs基板に格子整合する組成もしくは1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であれば、好適に上記効果が得られる。また、上記下ガイド層が引張歪を有していれば、より E_v は低くなりホール効果の漏れを低減する効果があり、また下ガイド層が圧縮歪を有していれば、量子井戸活性層が全体として引張歪を有していることから歪補償効果があるが、1%を越える歪量とすると、量子井戸活性層を含む臨界膜厚を越えて結晶性が悪化し特性が悪くなるため、InGaPのもつ歪量としては1%以内の圧縮歪または引張歪であることが望ましい。ここでいう歪量とは、GaAs基板の格子定数を a_{GaAs} 、井戸層の格子定数を a_i とする

$$(a_i - a_{GaAs}) / a_{GaAs}$$

で表される。この値が正であれば圧縮歪、負であれば引張り歪と呼ばれる。

【0035】

また、本第1実施形態において、上記上ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にはAlGaAsは隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア（特に電子）のオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド（伝導帯）下端のエネルギー準位 E_c により十分に抑制する効果を得ることができる。通常高信頼性を得るためにAlフリーの半導体レーザ装置を作る場合、ガイド層、クラッド層までInGaPなどで全てAlフリーとする。しかし、本第1実施形態では、発振波長780 nm帯のInGaAsPからなる井戸層に対するコンダクションバンドのエネルギー差(ΔE_c)がバランスよく得られるAl混晶比が0.2より大きいAlGaAsを、上ガイド層として設けている。

【0036】

図8にガイド層のAl混晶比に対する特性温度(T_o)の関係を示すグラフを示す。図8に示すように、ガイド層のAl混晶比が0.2よりも大きいAlGaAsの場合に温度特性が向上していることが確認されており、十分高い信頼性を得ることができた。

【0037】

また、本第1実施形態において、上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることで、高出力駆動時に良好な信頼性を有する半導体レーザ装置を作製することができる。これは、下ガイド層部分にInGaPだけでなく、上ガイド層と同じAlGaAsを用いていることで、材料系の違いによる屈折率の違いから光分布が乱れることを防ぎ、安定した形状の光分布が得られたことに起因していると考えられる。また、上記光形状安定化下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることで、より好適に上記と同様の効果が得られる。

【0038】

また、本第1実施形態において、上述の通りGaAs基板上のInGaAsPからなる圧縮歪井戸層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に780 nm帯において、高出力駆動時に高い信頼性を有する、寿命の長い半導体レーザ装置を実現できる。また、上記圧縮歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0039】

図7に井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性(70℃、230 mW)を示すグラフを示しており、圧縮歪量が3.5%を越えると、信頼性が悪化しているのが分かる。これは、圧縮歪量が大き過ぎて結晶性が悪くなっているためと考えられる。

【0040】

また、本第1実施形態において、InGaAsPからなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結

晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置を実現できる。また、上記引張歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0041】

上記第1実施形態では、AlGaAsからなる光形状安定化下ガイド層とInGaPからなる第2下ガイド層という構造としたが、InGaPからなる下ガイド層のみ、としても同様の効果が得られる。

【0042】

また、上記第1実施形態では、埋込リッジ構造としたが、これに限るものではない。リッジ構造、内部ストライプ構造、埋込ヘテロ構造など、あらゆる構造に対して同様の効果が得られる。 10

【0043】

また、本第1実施形態では、n型基板を用いたが、p型基板を用い、上記第1実施形態のn型、p型を入れ替えても、同様の効果は得られる。

【0044】

また、波長は780nmとしたが、これに限るものではない。760nmより大きく800nmより小さいいわゆる780nm帯であれば同様の効果が得られる。また、p-GaAsキャップ層119はおよそ2.0μmとしているが、およそ50μmと厚く積層してもよい。

【0045】

(第2実施形態)

図9は、本発明に係る光ディスク装置の構造の一例を示したものである。これは光ディスク401にデータを書き込んだり、書き込まれたデータを再生するためのものであり、そのときに用いられる発光素子として、先に説明した本発明第1実施形態の半導体レーザ装置402を備えている。 20

【0046】

この光ディスク装置についてさらに詳しく説明する。書き込みのときは、半導体レーザ装置402から出射された信号光がコリメートレンズ403により平行光とされ、ビームスプリッタ404を透過してλ/4偏光板405で偏光状態が調節された後、対物レンズ406で集光され光ディスク401に照射される。読み出し時には、データ信号がのっていないレーザ光が書き込み時と同じ経路をたどって光ディスク401に照射される。このレーザ光がデータの記録された光ディスク401の表面で反射され、レーザ光照射用対物レンズ406、λ/4偏光板405を経た後、ビームスプリッタ404で反射されて90°角度を変えた後、再生光用対物レンズ407で集光され、信号検出用受光素子408に入射する。信号検出用受光素子408内で入射したレーザ光の強弱によって記録されたデータ信号が電気信号に変換され、信号光再生回路409において元の信号に再生される。 30

【0047】

本第2実施形態の光ディスク装置は、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置を用いているため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。 40

【0048】

なお、ここでは本発明の半導体レーザ装置を記録再生型の光ディスク装置に適用した例について説明したが、同じ波長780nm帯を用いる光ディスク記録装置、光ディスク再生装置にも適用可能であることはいうまでもない。

【0049】

なお、本発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、たとえば井戸層・障壁層の層厚や層数など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。 50

【0050】

【発明の効果】

以上より明かなように、第1の発明の半導体レーザ装置によれば、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記下ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

【0051】

また、第2の発明の半導体レーザ装置によれば、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置において、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記上ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

【0052】

また、第3の発明の光ディスク装置によれば、従来よりも高い光出力で動作する第1、第2の発明の半導体レーザ装置を光ディスク装置に用いることにより、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図2】上記半導体レーザ装置の第一回結晶成長マスクプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図3】上記半導体レーザ装置のメサストライプ形成エッチングプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図4】上記半導体レーザ装置の電流ブロック層埋め込み結晶成長プロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図5】上記半導体レーザ装置のエネルギーバンドプロファイルの簡易図である。

【図6】上記半導体レーザ装置の下ガイド層の構造の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図7】上記半導体レーザ装置の井戸層の圧縮歪みの違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図8】上記半導体レーザ装置のガイド層のAl混晶比に対する温度特性(T_0)の関係を示すグラフである。

【図9】本発明の第2実施形態の光ディスク装置の概略図である。

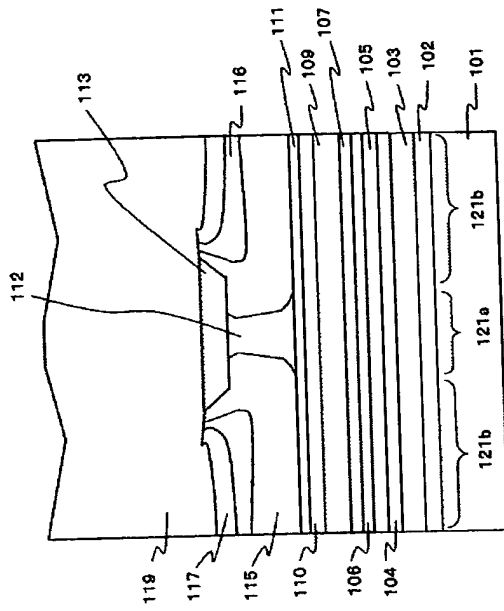
【図10】従来の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【符号の説明】

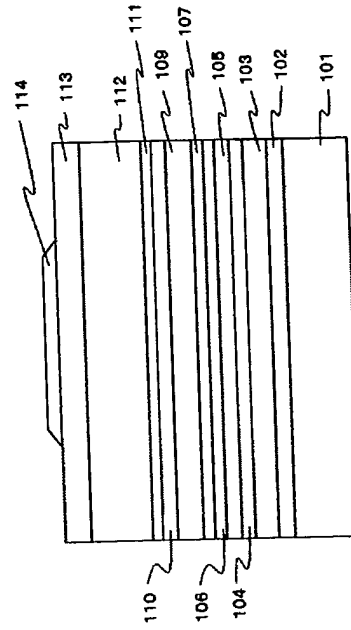
- 101 基板
- 102 バッファ層
- 103 第1下クラッド層
- 104 第2下クラッド層
- 105 光形状安定化下ガイド層

106	下ガイド層	
107	多重歪量子井戸活性層	
109	上ガイド層	
110	第1上クラッド層	
111	エッチングストップ層	
112	第2上クラッド層	
113	キャップ層	
114	レジストマスク	
115	第1電流ブロック層	
116	第2電流ブロック層	10
117	平坦化層	
118	レジストマスク	
119	キャップ層	
121a	メサストライプ部	
121b	メサストライプ部側方部	
401	光ディスク	
402	半導体レーザ装置	
403	コリメートレンズ	
404	ビームスプリッタ	
405	偏光板	20
406	レーザ光照射用対物レンズ	
407	再生光用対物レンズ	
408	信号検出用受光素子	
409	信号光再生回路	
501	基板	
502	バッファ層	
503	下クラッド層	
504	下ガイド層	
505	多重量子井戸活性層	
506	上ガイド層	30
507	第1上クラッド層	
508	エッチストップ層	
509	第2上クラッド層	
510	キャップ層	
511	電流ブロック層	
512	電流ブロック層	
513	平坦化層	
514	コンタクト層	

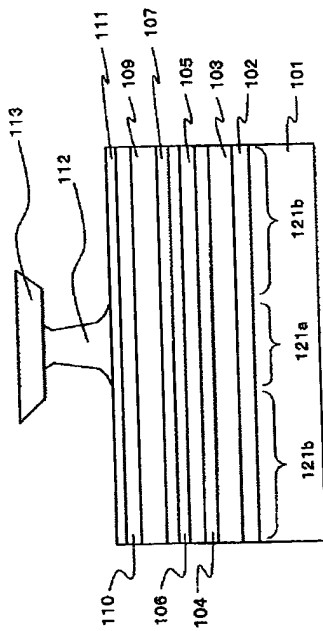
【図 1】



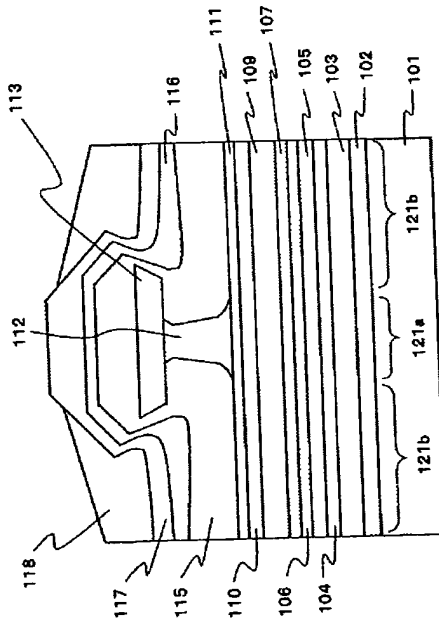
【図 2】



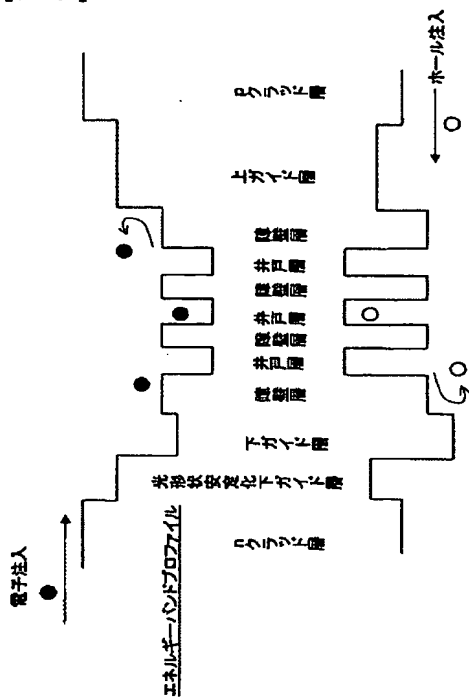
【図 3】



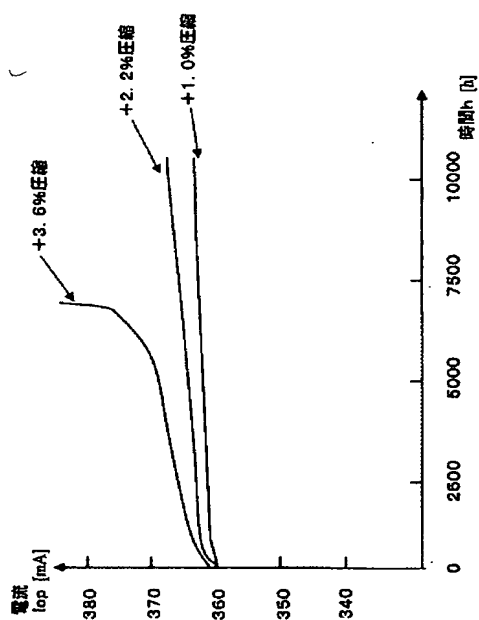
【図 4】



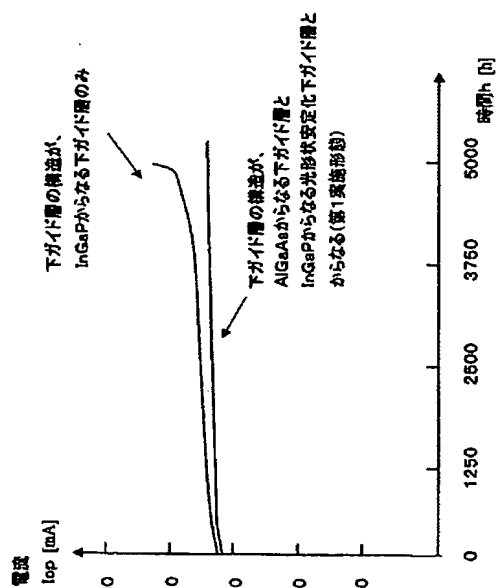
【図 5】



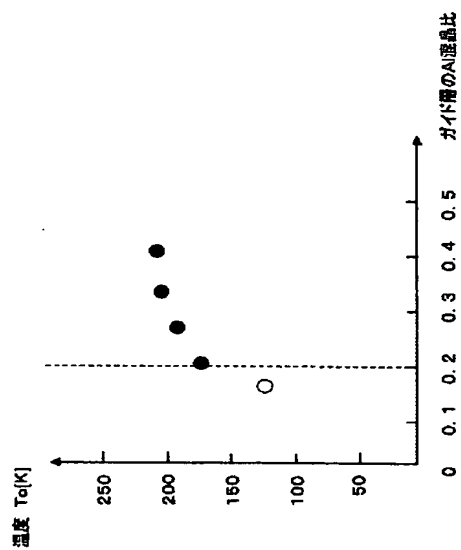
【図 7】



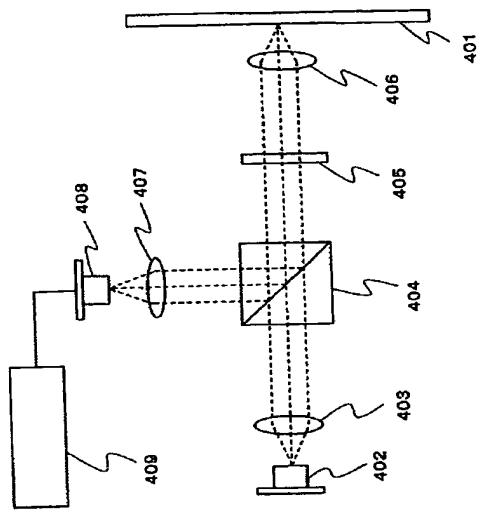
【図 6】



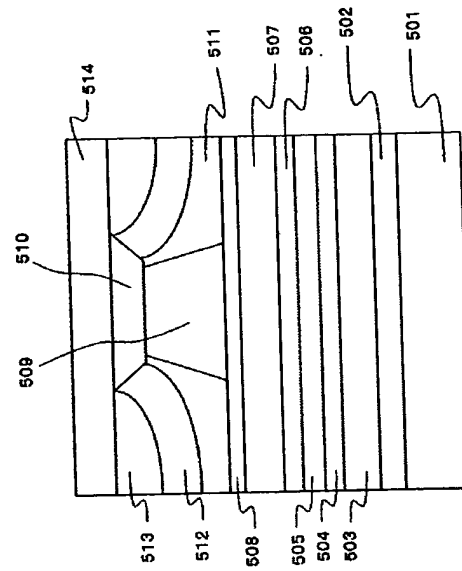
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 岸本 克彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 5F073 AA03 AA21 AA45 AA53 AA74 BA05 CA13 CB02 CB10 CB11

EA24 EA28

THIS PAGE BLANK (USPTO)